



ЕКОНОМСКИ ФАКУЛТЕТ  
1957  
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

27-30. SEPTEMBAR 2005

# ZBORNIK RADOVA

XXXII SYM-OP-IS 2005

EDITORI

PROF. DR JOVO VULETA

PROF. DR MARKO BACKOVIĆ

XXXII SYM-OP-IS. VRNJAČKA BANJA. 27-30. SEPTEMBAR 2005 . [WWW.EKOF.BG.AC.YU](http://WWW.EKOF.BG.AC.YU)

## Organizatori



**Ekonomski fakultet, Beograd**



**Društvo operacionih istraživača**



**Ekonomski institut, Beograd**



**Fakultet organizacionih nauka, Beograd**



**Institut «Mihajlo Pupin», Beograd**



**Vojska Srbije i Crne Gore**



**Saobraćajni fakultet, Beograd**



**Mašinski fakultet, Beograd**



**Matematički fakultet, Beograd**



**Matematički institut, Beograd**



**Rudarsko-geološki fakultet, Beograd**

## PROGRAMSKI ODBOR:

Vuleta Jovo, EF Beograd, *predsednik*  
Backović Marko, EF Beograd  
Bogosavljević Srđan, FF Beograd  
Borović Siniša, NIS, Novi Sad  
Cvetković Dragoš, ETF Beograd  
Cvijanović Janko, EI Beograd  
Čangalović Mirjana, FON Beograd  
Dugošija Đorđe, MTF Beograd  
Đorđević Branislav, GF Beograd  
Guberinić Slobodan, SF Beograd  
Ivanović Gradimir, MF Beograd  
Jovanović Boško, MTF Beograd  
Kočović Jelena, EF Beograd  
Kokanović Milun, VSCG  
Kovač Mitar, VSCG  
Kovačević-Vujić Vera, FON Beograd  
Krčevinac Slobodan, FON Beograd  
Kuzmanović Dragoslav, SF Beograd  
Malbaški Dušan, FTN Novi Sad  
Martić Milan, FON Beograd  
Matejić Vlastimir, ICN Beograd  
Mesaroš Katalin, EF Subotica  
Milovanović Gradimir, ELF Niš  
Milosavljević Milan, IPM Beograd  
Mihaljević Miodrag, MI Beograd  
Mladenović Nenad, MI Beograd

Mladenović Zorica, EF Beograd  
Mučibabić Spasoje, VSCG  
Nikolić Ilija, FON Beograd  
Obradović Danilo, FTN Novi Sad  
Opricović Serafim, GF Beograd  
Pap Endre, PMF Novi Sad  
Petrović Radivoj, Institut Mihajlo Pupin Bgd  
Petrović Slavica, EF Kragujevac  
Pešić Milivoje, EF Niš  
Radenković Božidar, FON Beograd  
Radojević Dragan, Institut Mihajlo Pupin Bgd  
Rakić Milan, Institut Mihajlo Pupin Bgd  
Regodić Dušan, VSCG  
Stanić Stanko, EF Banja Luka  
Stanković Miomir, FZR Niš  
Stanojević Radoslav, EI Beograd  
Starčević Dušan, FON Beograd  
Tanasković Toma, RGF Beograd  
Todorović Jovan, MF Beograd  
Vujić Slobodan, RGF Beograd  
Vujošević Mirko, DOPIS Beograd  
Zečević Slobodan, SF Beograd  
Zečević Tomislav, EF Beograd

## ORGANIZACIONI ODBOR

Popović Zoran, EF Beograd, *predsednik*  
Bradić-Martinović Aleksandra, EF Beograd,  
*sekretar*  
Azdejković Dragan, EF Beograd  
Dragutinović-Mitrović Radmila, EF  
Beograd  
Ćojbašić Vesna, EF Beograd

Kuzmanović Marija, FON Beograd  
Petrovski Aleksandar, RGF Beograd  
Stanojević Jelena, Ekonomski fakultet  
Beograd  
Stanojević Milan, DOPIS Beograd  
Vukčević Višnja, RGF Beograd  
Župac Goran, VSCG Beograd

## NOSIOCI POVELJE SYM-OP-IS-a za zasluge u razvoju operacionih istraživanja

Kraut Božidar, Vadnal Alojzi, Mirković Dragoslav – 1983, Ivanović Branislav, Martić Ljubomir, Petrović Radivoj – 1984, Petrić Jovan – 1988, Zlobec Sanjo – 1990, Stanojević Radoslav – 1991, Vukadinović Svetozar, Krčevinac Slobodan, Guberinić Slobodan, Vuleta Jovo – 1993, Kovačević-Vujić Vera, Teodorović Dušan – 1998, Matejić Vlastimir, Vujošević Mirko – 2000, Borović Siniša, Zečević Tomislav – 2001, Vujić Slobodan – 2003.

# Predgovor

SYM-OP-IS je nacionalni simpozijum o operacionim istraživanjima sa međunarodnim učešćem, koji se, počev od 1974., održava svake godine. Organizatori SYM-OP-IS-a su veći broj fakulteta i naučnih instituta, Vojska Srbije i Crne Gore i Društvo operacionih istraživača Srbije.

Ideja o organozovanju SYM-OP-IS-a, kao mestu okupljanja operacionih istraživača na kojem bi se razmenjivale naučne i srtačne informacije, prenosila znanja i iskustva, proveravale ideje, stručni i naučni stavovi i mišljenja o razvoju i primene metoda operacionih istraživanja u tadašnjoj SFR Jugoslaviji, nastala je pre skoro tri i po decenije. Ta vizionarska ideja, čiji su inicijatori bili operacioni istraživači iz Instituta "Mihajlo Pupin", Beograd i Instituta za ekonomiku industrije, Beograd (kasnije Ekonomski institut), pokazala se kao izuzetno značajna za dalji uspešan razvoj i primenu metoda operacionih istraživanja na ovim prostorima. O tome najbolje govore brojni rezultati koji su ostvareni u dosadašnjem radu SYM-OP-IS-a.

Od 1974. godine, kada je organizovan Prvi SYM-OP-IS, pa do danas održana su 32 simpozijuma o operacionim istraživanjima. Pre početka rada svakog simpozijuma štampani su zbornici radova SYM-OP-IS-a u kojima je objavljeno preko pet hiljada i dvesta pedeset radova u čijem pisanju je učestvovalo preko šest hiljada autora, a ukupan broj učesnika svih do sada održanih SYM-OP-IS-a znatno premašuje brojku od osam hiljada. Navedeni podaci, kao i činjenica da se SYM-OP-IS organizuje redovno svake godine svrstavaju ovaj naučni skup među najznačajnije i najveće skupove ove vrste u svetu.

Ovaj kratak prikaz dosadašnjeg uspešnog rada SYM-OP-IS-a na najbolji način potvrđuju i podaci da je za ovaj *XXXII simpozijum o operacionim istraživanjima* prijavljeno 182 rada. Nakon stručnih recenzija, za prezentaciju na SYM-OP-IS-u, a time i za objavljivanje u *Zborniku radova SYM-OP-IS'05*, odabrano je 167 radova u čijem pisanju je učestvovalo 277 autora iz šest zemalja. Radovi su štampani u okviru standardnih sekcija SYM-OP-IS-a koje su, kao i radovi u okviru sekcija, poredane po abc-dnom redu. Izuzetak predstavljaju radovi u okviru ovogodišnje specijalne sekcije *Kvantitativno bankarstvo* koji su štampani na početku Zbornika. Osim toga u Zborniku su štampana i dva rada po pozivu, a počasno mesto na samom početku zbornika zauzima **In memorijam** posvećen uspomeni na nedavno preminulog **George Dantzig**, jednog od najvećih stvaralaca i istinske legende u istoriji operacionih istraživanja.

Koordinator organizacije ovogodišnjeg *XXXII SYM-OP-IS-2005* je Ekonomski fakultet iz Beograda, ali tradicionalno veliku podršku su dali i svi ostali organizatori na čemu im dugujemo veliku zahvalnost. Posebno se zahvaljujemo: članovima Programskog odbora za stručni doprinos kvalitetu simpozijuma; autorima radova, autorima radova po pozivu, organizatorima i autorima radova specijalne sekcije *Kvantitativno bankarstvo* na iskazanom interesovanju i zavidnom naučno-stručnom nivou priloženih radova. Takođe se zahvaljujemo i recenzentima za visoko stručno obavljene recenzije. Zahvaljujemo se i rukovodstvu i stručnim službama Ekonomskog fakulteta za nesebičnu pomoć i saradnju u svim fazama organizovanja SYM-OP-IS-2005.

Editori  
Prof. dr Jovo Vuleta  
Prof. dr Marko Backović

# SADRŽAJ

## RADOVI PO POZIVU

*Nenad Mladenović*

**FORMULATION SPACE SEARCH METHODS –  
A NEW HEURISTIC APPROACH TO OPTIMIZATION .....3**

*Dragan Radojević*

**IDEJA FAZI SKUPOVA U BULOVOM OKVIRU:  
INTERPOLATIVNI SKUPOVI .....4**

## KVANTITATIVNO BANKARSTVO

*Raša Karapandža*

**DA LI JE BUDUĆE VREME ZA GUBITNIKE? .....11**

*Danilo Lalović,*

**METODA ANALITIČKE APROKSIMACIJE OCENE  
VREDNOSTI AMERIČKE OPCIJE.....14**

*Branko Urošević, Boško Živković*

**EVOLUCIJA OPTIMALNOG NIVOA KONTROLNOG  
PAKETA AKCIJA .....18**

## I EKOLOGIJA

*Branka Amidžić, Rade Biočanin*

**UPRAVLJANJE RIZIKOM PRI TRANSPORTU OPASNIH  
MATERIJA U OKVIRU ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE .....23**

*Carmen-Luminița Vrabie, Daniela Simona Moldovan*

**DIFFERENCES BETWEEN ISO 14001-96 AND ISO 14001-04, THE  
REQUIREMENTS IDENTIFICATION AND EVALUATION OF  
ENVIRONMENT MEANINGFUL ASPECTS .....27**

<i>Miroslava Cvetković, Ljubiša Vučković</i> <b>UTICAJ ELEKTROMAGNETNOG POLJA SISTEMA ZA PRENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE NA ŽIVOTNU SREDINU .....</b>	<b>31</b>
<i>Dragana Dražić, Ljubinko Jovanović, Milorad Veselinović</i> <b>RUDARSKO-ENERGETSKI KOMPLEKSI I PROIZVODNJA BIOMASE .....</b>	<b>35</b>
<i>Srećko Ćurčić</i> <b>UTICAJNI FAKTORI PROIZVODNIH SISTEMA PREHRAMBENE INDUSTRIJE U FUNKCIJI KVALITIETA PROIZVODA I ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE .....</b>	<b>39</b>
<i>Vladeta Djukić</i> <b>INTERVENCIJE SPASILAČKIH EKIPA U ZONI HEMIJSKIH UDESA .....</b>	<b>43</b>
<i>Jaroslava Hyršlová</i> <b>IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEMS AND A GLOBAL COMPANY EXPERIENCE .....</b>	<b>47</b>
<i>Radoslav Ilić</i> <b>UNAPREĐENJE UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE PRI EKSPLOATACIJI I ODRŽAVANJU ELEKTROENERGETSKIH OBJEKATA .....</b>	<b>51</b>
<i>Karkalić R., Biočanin R., Popović R.</i> <b>PROTECTION OF PEOPLE UNDER CHEMICAL CONTAMINATION BY OPTIMIZATION OF THE PROTECTIVE CLOTH.....</b>	<b>55</b>
<i>Ivan Krstić, Branislav Anđelković</i> <b>PRIMENA SISTEMSKOG PRISTUPA PRI PROCENI EFIKASNOSTI TEHNOLOŠKIH SISTEMA I ZAŠTITI ŽIVOTNE SREDINE .....</b>	<b>59</b>
<i>Goran Marković</i> <b>ALOHTONE VRSTE U IHTIOFAUNI ZAPADNE MORAVE .....</b>	<b>63</b>
<i>Ana Mihajlović, Nataša Petrović</i> <b>EKO MARKETING - MOGUĆNOSTI I RAZLOZI PRIMENE.....</b>	<b>67</b>
<i>Maja Mitić</i> <b>REDOVNA DNEVNA VARIJACIJA GEOMAGNETSKOG POLJA I JONOSFERSKI DINAMO.....</b>	<b>70</b>
<i>Maja Mitić</i> <b>UPRAVLJANJE ODRŽIVIM RAZVOJEM TEHNOLOGIJA KROZ INDIKATORE ODRŽIVOSTI.....</b>	<b>73</b>

<i>Ivan Pavlović</i> <b>ULOGA LCA KAO ALATA PRI DONOŠENJU ODLUKE O IZBORU NAJBOLJE POSTOJEĆE TEHNOLOGIJE PRI RECIKLAŽI PLASTIČNOG OTPADA .....</b>	<b>77</b>
<i>Bratislav Poprašić</i> <b>UBIRAJUĆI SVOJE, PRIRODI OSTAVLJAŠ PRIRODNO.....</b>	<b>81</b>
<i>Ljubiša Tomić</i> <b>DETEKCIJA ŠTETNIH GASOVA IC TERMOGRAFIJOM .....</b>	<b>85</b>
<i>Vesna Vasović</i> <b>U LAVRINTU RIZIČNOG DRUŠTVA .....</b>	<b>89</b>
<i>Jordan B. Živanović, Snežana Stavreva-Veselinovska</i> <b>OCENA STEPENA OPTEREĆENOSTI EKOSISTEMA PUTEM DISTRIBUCIJE NEKIH TEŠKIH METALA U SUPSTRATIMA .....</b>	<b>93</b>

## **II EKONOMSKI MODELI I EKONOMETRIJA**

<i>Dragan Azdejković</i> <b>PANDORINA KUTIJA .....</b>	<b>99</b>
<i>Marko Backović, Jovo Vuleta, Zoran Popović</i> <b>MODEL VIŠEETAPNE ANTAGONISTIČKE IGRE U TRŽIŠNIM USLOVIMA POSLOVANJA .....</b>	<b>101</b>
<i>Dušan Banićević</i> <b>MODELI, OGRANIČENJA I NAČINI MERENJA STRANIH DIREKTNIH INVESTICIJA I NJIHOVOG UTICAJA NA PRODUKTIVNOST PRIVREDE ZEMLJE PRIMAoca SDI.....</b>	<b>105</b>
<i>Radmila Dragutinović Mitrović</i> <b>PRAKTIČNI PROBLEMI OCENJIVANJA MODELA PANELA SA INDIVIDUALNIM PROMENLJIVIM .....</b>	<b>109</b>
<i>Radmila Dragutinović Mitrović</i> <b>AUTOKORELACIJA U MODELU SA KOMPONENTAMA SLUČAJNE GREŠKE .....</b>	<b>113</b>
<i>Vesna Jablanović</i> <b>HAOTIČAN MODEL RASTA NACIONALNOG DOHOTKA .....</b>	<b>117</b>
<i>Sandra Jednak, Olivera Đorđević</i> <b>UTICAJ INFORMACIONO-KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA NA EKONOMSKI RAST U ZEMLJAMA U TRANZICIJI.....</b>	<b>120</b>



<i>Milena Jovičić</i> <b>PRISTRASNOST USLED SIMULTANOSTI U OCENJIVANJU ELASTIČNOSTI CENA NA PROMENE DEVIZNOG KURSA .....</b>	<b>124</b>
<i>Dragana Kragulj, Milica Delić</i> <b>RANGIRANJE ZEMALJA INTEGRISANE EVROPE PREMA STEPENU OSTVARENJA MAKROEKONOMSKIH CILJEVA .....</b>	<b>128</b>
<i>Mitrašević Mirela</i> <b>MERENJE USPEŠNOSTI POSLOVANJA PREDUZEĆA PO KONCEPTU EVA® I SVA.....</b>	<b>132</b>
<i>Zorica Mladenović</i> <b>NEKE NEPRECIZNOSTI U PRIMENI STANDARDNIH TESTOVA EKONOMETRIJSKE ANALIZE VREMENSKIH SERIJA .....</b>	<b>136</b>
<i>Aleksandra Nojković</i> <b>PROBLEM NESLUČAJNOG IZBORA U OCENJIVANJU MODELA PONUDE ŽENSKJE RADNE SNAGE: SLUČAJ SCG .....</b>	<b>140</b>
<i>Saša Obradović</i> <b>KVANTITATIVNE IMPLIKACIJE MODELA RASTA.....</b>	<b>144</b>
<i>Kosovka Ognjenović</i> <b>NESTACIONARNOST U PODACIMA PANELA: OGRANIČENJA TESTOVA JEDINIČNOG KORENA PRVE GENERACIJE .....</b>	<b>147</b>
<i>Ljiljana Petrović</i> <b>ODREĐIVANJE CENA OPCIIA U ČIJOJ SU OSNOVI INOSTRANE VALUTE.....</b>	<b>151</b>
<i>Marija Petrović-Ranđelović</i> <b>ULOGA DRŽAVE U MAKSIMIZIRANJU POTENCIJALNOG RAZVOJNOG UČINKA STRANIH DIREKTNIH INVESTICIJA NA PRIVREDU ZEMLJE DOMAĆINA .....</b>	<b>155</b>
<i>Ognjen Radović, Ksenija Denčić-Mihajlov</i> <b>SIMULACIONE TEHNIKE PROCENE VREDNOSTI TRŽIŠNOG RIZIKA (VaR ) .....</b>	<b>159</b>

### **III ELEKTRONSKO POSLOVANJE**

<i>Slavoljub Milovanović</i> <b>MODELI ELEKTRONSKOG POSLOVANJA NA INTERNETU – NOVI IZAZOV ZA MENADŽMENT PREDUZEĆA .....</b>	<b>165</b>
<i>Dragan Vidaković, Zoran Vučetić, Duško Parezanović</i> <b>DIGITALNI POTPIS U PRAKSI .....</b>	<b>169</b>

## **IV ENERGETIKA**

*Dejan Brkić, Nenad Đajić*

**POVEĆANJE TAČNOSTI PRI PRORAČUNU GASNE  
DISTRIBUTIVNE MREŽE HARDI-KROS METODOM.....175**

*Dejan Ivezić, Toma Tanasković, Marija Živković*

**ANALIZA EFIKASNOSTI SNABDEVANJA ENERGIJOM  
ZA TOPLOTNE POTREBE PUTEM CENTRALIZOVANIH  
SISTEMA U SRBIJI.....179**

*Toma Tanasković, Nenad Đajić, Dejan Ivezić*

**MODEL USKLADIVANJA OPTIMALNOG RAZVOJA  
TOPLIFIKACIONOG I GASOVODNOG SISTEMA  
U GRADOVIMA.....183**

*Marija Živković, Dejan Brkić*

**IZBOR CENTRALIZOVANOG SISTEMA SNABDEVANJA  
ENERGIJOM DEMO NASELJA .....187**

## **V FINANSIJE I BANKARSTVO**

*Miroslav Drenovak, Zlata Đurić, Mikica Drenovak*

**O SPECIJALNOJ METODI AMORTIZACIJE KREDITA  
OBVEZNICAMA SA DEKURZIVNIM NAČINOM  
OBRAČUNA KAMATE .....193**

*Slobodanka Janković, Zagorka Lozanov-Crvenković, Milan Merkle*

**MODELIRANJE KAMATNIH STOPA U  
NEPREKIDNOM VREMENU .....197**

*Vladimir Kaščelan*

**ODNOS KAMATA KOD DVA OSNOVNA TIPRA  
INVESTICIONIHA ZAJMOVA.....201**

*Jelena Kočović*

**EFEKTIVNA KAMATNA STOPA KAO OSNOV UTVRĐIVANJA  
REALNE CENE KREDITA .....203**

## **VI INFORMACIONI SISTEMI**

*Vesna Aleksić-Marić, Dušanka Stojanović*

**STANDARDOM U BORBI PROTIV  
KOMPJUTERSKOG KRIMINALA .....209**

*Petar Hotomski , Nedeljko Divjak, Zoltan Kazi*

**PRIMENE RASP SISTEMA ZA RASPOREĐIVANJE  
U ZDRAVSTVU.....212**

*Miroslav Huđec, Lenka Priehradnikova*

**DESIGN OF INFORMATION SYSTEM FOR SUPPORT  
OF REGIONAL DEVELOPMENT IN THE SLOVAK REPUBLIC .....216**

*Srećko Joksimović, Đuro Alfirević*

**SISTEM ZA UČENJE NA DALJINU .....220**

*Mlađan Jovanović, Željko Obrenović*

**ANALIZA INTERAKCIJE KORISNIKA I RAČUNARA  
POMOĆU WEB SERVISA.....223**

*Saša D. Lazarević, Sonja Milosavljević*

**SISTEM ZA EVALUACIJU ZNANJA STUDENATA KAO  
PODRŠKA FLEKSIBILNOJ OBUCI .....227**

*Ljiljana Kaščelan*

**IZVRŠNI INFORMACIONI SISTEMI - KOMPARACIJA  
I INTEGRACIJA SA SISTEMIMA ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU .....231**

*Miloš Merdžanović, Aleksandar Marković*

**PRIKUPLJANJE DISTRIBUIRANIH PODATAKA  
POMOĆU JAVA KARTICA I XML-A .....235**

*Zoran Pokimica*

**STANDARD SQL:2003 I NJEGOVE SPECIFIČNOSTI .....239**

*Biljana Radulović, Zoran Trivić*

**RAZVOJ INTERNET INFORMACIONIH SISTEMA ZA  
USLUGE U ŽELEZNIČKOM PUTNIČKOM SAOBRAĆAJU .....243**

*Dragana Rejman Petrović*

**MODELIRANJE PROCESA NABAVKE I SNABDEVANJA  
DP "ZASTAVA TAPACIRNICA" .....247**

*Jasna Soldić-Aleksić*

**EKONOMIJA ZNANJA: ZNANJE,  
INFORMACIONO-KOMUNIKACIONE TEHNOLOGIJE  
I EKONOMSKI RAST .....251**

<i>Jovica Stanković</i> <b>INFORMACIONA PODRŠKA STRATEŠKOM ODLUČIVANJU .....</b>	<b>255</b>
<i>Slavica Šarenac, Milovan Šarenac</i> <b>OPTIMIZACIJA LANSIRANJA I TERMINIRANJA KAO DEO INFORMACIONOG SISTEMA "Zastava 21. oktobar" - KRAGUJEVAC .....</b>	<b>259</b>
<i>Alempije Veljović, Aleksandar Veljović, Eremija Zoran</i> <b>DIJAGNOSTIČKI PREGLEDI PACIJENATA SA SRČANIM OBOLJENJIMA .....</b>	<b>263</b>
<i>Vladan Vučković</i> <b>PARALELIZACIJA Alfa-Beta SEARCH ALGORITMA KORIŠĆENJEM DVOPROCESORSKOG DISTRIBUIRANOG SISTEMA.....</b>	<b>267</b>
<i>Dejan Vuletić</i> <b>SAVREMENI PROGRAMI ZA ANALIZU I UPRAVLJANJE RIZICIMA RADI INFORMACIONE BEZBEDNOSTI .....</b>	<b>271</b>
<i>Dejan Vuletić</i> <b>PREVENTIVNE MERE ZAŠTITE PODATAKA U INFORMACIONOM SISTEMU .....</b>	<b>275</b>
<i>Dušan Zdravković, Snežana Radukić, Ognjen Radović</i> <b>IMPORTANCE OF NETWORK EXTERNALITIES IN THE IT INDUSTRY .....</b>	<b>279</b>
<i>Aleksandra Zečević</i> <b>KVANTITATIVNO OBUHVATANJE PROSECA U POSTUPKU MODELIRANJA I KORIŠĆENJA BAZA PODATAKA.....</b>	<b>283</b>

## **VII ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ**

<i>Duro Kutlača</i> <b>KONCEPTUALIZACIJA NACIONALNOG INOVACIONOG KAPACITETA.....</b>	<b>289</b>
<i>Sanja Popović Pantić</i> <b>ODNOS INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA I MARKETINGA.....</b>	<b>293</b>
<i>Dušica Semenčenko</i> <b>IZVORI I INPUTI ZA INOVACIJE .....</b>	<b>297</b>

## **VIII MATEMATIČKO MODELIRANJE**

*Jelena Jerinić, Gordana Popović*

**PROCENA USPEŠNOSTI RADIONICA NA PROJEKTU  
"PREVENCIJA BOLESTI ZAVISNOSTI" .....303**

*Marija Kuzmanović, Dragan Vukmirović*

**PLANIRANJE OPTIMALNE LINIJE PROIZVODA  
POMOĆU CONJOINT ANALIZE .....307**

*Dragana Makajić-Nikolić, Milan Martić, Milan Stanojević*

**FORMULACIJA I REŠAVANJE PROBLEMA OPTIMALNOG  
RASPONA ZARADA .....311**

## **IX MATEMATIČKO PROGRAMIRANJE**

*Dragoš Cvetković, Mirjana Čangalović, Vera Kovačević-Vujčić*

**PREBROJAVANJE HAMILTONOVIH KONTURA SA  
ISTIM SOPSTVENIM VEKTOROM ZA DRUGU  
NAJVEĆU SOPSTVENU VREDNOST .....317**

*Nada Đuranović-Miličić*

**TRUST REGION ALGORITAM U  $LC^1$  OPTIMIZACIJI .....321**

*Milanka Filipović*

**TEOREMA EGZISTENCIJE ZA ZADATAK LINEARNOG  
PROGRAMIRANJA SA OGRANIČENJIMA TIPMA MAKSIMUMA  
KONAČNOG BROJA LINEARNIH FUNKCIJA .....324**

*Đurica S. Jovanov*

**KVAZI-VARIJACIONE NEJEDENAČINE SA PARAMETROM .....328**

*Vera Kovačević-Vujčić, Rade Lazović*

**STABILNO REŠAVANJE SISTEMA NORMALNIH  
JEDNAČINA U PRIMALNO-DUALNIM UNUTRAŠNjim  
METODAMA ZA LINEARNO PROGRAMIRANJE .....331**

*Rade Lazović, Nebojša Nikolić*

**JEDAN ALGORITAM ZA REŠAVANJE PROBLEMA  
MINIMALNOG POKRIVANJA.....335**

*Boban Marinković*

**USLOV 2 - REGULARNOSTI U DISKRETNIM PROBLEMIMA  
OPTIMALNOG UPRAVLJANJA.....339**

*Katalin Mesaroš*

<b>EKONOMSKI MOTIVI NASTANKA HIPERBOLIČNOG PROGRAMIRANJA .....</b>	<b>343</b>
--	------------

## **X MEKO RAČUNARSTVO**

*Sanja Bauk, Nataša Kovač*

<b>IMPLEMENTACIJA HEURISTIKE UMETANJA KOD HOPFIELD-TANK-ovog TSP NEURALNOG ALGORITMA.....</b>	<b>349</b>
---	------------

*Dragana Bečejski-Vujaklija, Ognjen Pantelć*

<b>ERP SOFTVER U FUNKCIJI PODRŠKE POSLOVNOM ODLUČIVANJU .....</b>	<b>353</b>
---	------------

*Goran Ćirović, Darko Plamenac*

<b>GRUBI SKUPOVI - PREDNOSTI I PERSPEKTIVE – .....</b>	<b>357</b>
--	------------

*Zvonko Marić, Dragan Radojević*

<b>GENERALIZOVANA VEKTORSKA LOGIKA .....</b>	<b>361</b>
--	------------

*Biljana Panić, Dragana Makajić-Nikolić, Vesna Mehmedbašić*

<b>PRIMENA “PREMIJUM SOLVERA” ZA REŠAVANJE PROBLEMA RASPOREĐIVANJA EVOLUCIONIM ALGORITMOM.....</b>	<b>365</b>
--	------------

*Bogdana Pop, Milan Stanojević*

<b>REŠAVANJE POTPUNO FAZIFIKOVANOG PROBLEMA LINEARNOG PROGRAMIRANJA KORIŠĆENJEM METODE KAZNENIH FUNKCIJA .....</b>	<b>369</b>
--	------------

*Ivan Petrović, Dragana Makajić-Nikolić, Mirko Vujošević*

<b>MODELIRANJE I SIMULACIJA PROCESA PRIJEMA ROBE KOD VELEPRODAVCA VOĆA PRIMENOM PETRIJEVIH MREŽA.....</b>	<b>373</b>
---	------------

*Dejana Zlatanović*

<b>METODOLOGIJA SOFT SISTEMA U DIZAJNIRANJU INFORMACIONIH SISTEMA .....</b>	<b>377</b>
---	------------

## **XI MENADŽMENT**

*Bisera Andrić, Dragana Stojanović, Bojana Stevanović*

<b>SISTEM IZBORA DOBAVLJAČA .....</b>	<b>383</b>
---------------------------------------	------------

*Slobodan Ceranić, Radojka Maletić, Sava Smiljić*

<b>MODEL VREDNOVANJA TEHNIČKO-TEHNOLOŠKOG RAZVOJA U POLJOPRIVREDNIM INVESTICIJAMA .....</b>	<b>387</b>
---	------------

<i>Dragana Čamilović</i> <b>VIRTUELNA ORGANIZACIJA .....</b>	<b>390</b>
<i>Dragana Čamilović</i> <b>PRIMENA SKLADIŠTA PODATAKA ZA POTREBE ANALIZE ODSUSTVOVANJA RADNIKA .....</b>	<b>393</b>
<i>Dragan Đurčić, Mališa Žižović, Slavoljub Sarić</i> <b>HOMOGENOST STANJA ZDRAVSTVENO - TURISTIČKOG CENTRA .....</b>	<b>397</b>
<i>Boris Delibašić, Milutin Čupić, Milija Suknović i Darko Krulj</i> <b>OD MENADŽMENTA ZNANJA DO VIŠEKRITERIJUMSKOG ODLUČIVANJA .....</b>	<b>400</b>
<i>Dorđe Kaličanin</i> <b>BIZNIS PLAN I STRATEGIJE STVARANJA VREDNOSTI .....</b>	<b>404</b>
<i>Nenad Lalić, Milutin Čupić</i> <b>POSLOVNO PREGOVARANJE KAO FORMA ODLUČIVANJA .....</b>	<b>408</b>
<i>Luminita Gabriela-Popescu</i> <b>THE COMPANY MANAGED BY TOTAL QUALITY AND ENVIRONMENT .....</b>	<b>412</b>
<i>Tanja Milić</i> <b>UMETNOST PREGOVARANJA U INTERKULTURNOM MENADŽMENTU .....</b>	<b>416</b>
<i>Tanja Milić</i> <b>STRATEŠKI EFEKAT UPRAVLJANJA ODNOSIMA SA KUPCIMA .....</b>	<b>420</b>
<i>Ilija Nikolić</i> <b>SOFTVER ZA MODELIRANJE PROJEKTA U GRAĐEVINARSTVU I STANDARDNI SOFTVER ZA UPRAVLJANJE PROJEKTIMA .....</b>	<b>424</b>
<i>Novica Pavlović</i> <b>FORMIRANJE RADNIH GRUPA SA ORGANIZACIONIM PONASANJIMA .....</b>	<b>428</b>
<i>Slavica P. Petrović</i> <b>SISTEMSKI PRISTUP STRUKTURIRANJU PROBLEMA U MANAGEMENT SCIENCE-u .....</b>	<b>432</b>
<i>Olivera Radulović, Marija Kuzmanović, Tijana Andrić</i> <b>ISTRAŽIVANJE CENOVNE OSETLJIVOSTI NOVIH PROIZVODA.....</b>	<b>436</b>
<i>Mališa Žižović, Aleksandar Petojević, Dragan Soleša, Olivera Nikolić</i> <b>OCENJIVANJE VREDNOSTI PRILOGA U MEDIJIMA.....</b>	<b>440</b>

## **XII RUDARSTVO I GEOLOGIJE**

*Dragana Dražić, Ljubinko Jovanović, Milorad Veselinović*

**RUDARSKO-ENERGETSKI KOMPLEKSI I  
PROIZVODNJA BIOMASE .....447**

*Aleksandar Grozdanovski*

**UTICAJ TEHNIČKE DIJAGNOSTIKE NA POUZDANOST  
SISTEMA KONTINUALNE EKSPLOATACIJE UGLJA .....451**

*Slobodan Vujić, Svetomir Maksimović, Andjica Kričković,*

*Milutin Stanković, Radojica Milanović, Žarko Krstić, Lazar Cvetković*

**KONCEPCIJA RAČUNARSKI PODRŽANOG NADZORNO-  
UPRAVLJAČKOG SISTEMA KOMPLEKSA ZA ODVODNJAVANJE  
POVRŠINSKOG KOPA UGLJA "DRMNO" .....455**

*Borislav Zajić*

**KRITERIJUMI ZAMENE MAŠINE U SLUČAJU  
INVESTICIONOG ODRŽAVANJA .....460**

## **XIII STATISTIČKI MODELI**

*Olgica Bošković, Svetlana Aksentijević*

**INDIKATORI UČINKA RADA NSZ .....467**

*Vesna Čojbašić*

**OCENA VARIJANSE BOOTSTRAP STATISTIKA .....471**

*Milan Merkle, Đorđe Baljuzović*

**CENTAR RASPODELE I MEDIJANE U VIŠE DIMENZIJA .....475**

*Tomašević Nikola, Mitrović Sreten*

**REGRESIONA ANALIZA I APROKSIMACIJA POMOĆU  
ČEBIŠEVljeVIH POLINOMA .....479**

*Vladimir Vasić, Vesna Čojbašić*

**METODE STEPENASTOG POSTUPKA U  
DISKRIMINACIONOJ ANALIZI  
.....483**

*Vladimir Vasić*

**PRIMENA MODERNE FAKTORSKE ANALIZE METODOM  
MAKSIMALNE VERODOSTOJNOSTI .....487**



## **XIV STOHAŠTIČKI MODELI I VREMENSKE SERIJE**

*Nebojsa Nikolic*

**KA MONTE KARLO INTEGRACIJI: PRIMENA U MASOVNOM  
OPSLUŽIVANJU .....493**

*Danijela Pjevčević*

**SIMULACIONI MODEL OTPREME I KRETANJA AGV VOZILA PO  
KONTENERSKOM TERMINALU.....497**

*Vladica Stojanović*

**P-ACD MODEL DINAMIKE FINANSIJSKIH NIZOVA  
U ZAUSTAVNOM VREMENU .....501**

*Vladica Stojanović, Biljana Č. Popović*

**PRAGOVNI STOPBREAK PROCES KAO STOHAŠTIČKI MODEL  
DINAMIKE FINANSIJSKIH NIZOVA.....505**

*Tomislav Zečević, Luka Filipović*

**ROTACIONI UZORAK KAO REALIZACIJA SPECIJALNIH  
STOHAŠTIČKIH PROCESA .....509**

## **XV TRANSPORT I SAOBRAĆAJ**

*Snežana Aleksandrović, Mihajlo Jović*

**KONCEPT INTELIGENTNE VAGE NA TANSPORTNOJ TRACI.....515**

*Miroljub Banković, Pavle Gladović, Vladislav Manojlović*

**UNUTRAŠNJI TRANSPORT KAO IZVOR INFORMACIJA  
ZA LOGISTIČKI KONTROLING.....519**

*Nenad Bjelić, Milorad Vidović, Jelena Vlajić*

**SIMULACIJA STRATEGIJA UPRAVLJANJA SABIRNIM  
DELOM SORTIRNOG KONVEJERA.....523**

*Marko Đogatović, Milorad Stanojević, Zlatko Hrle*

**OCENA NAVIGACIONIH PARAMETARA BRODA PRIMENOM  
GLOBALNOG POZICIONOG SISTEMA.....527**

*Branka Dimitrijević, Milorad Vidović*

**REŠAVANJE JEDNE KLASA ANTI COVERING  
PROBLEMA U PRISUSTVU NEIZVESNOSTI.....531**

*Slobodan Guberinić, Gordana Šenborn, Bratislav Lazić*

**RASPORED VOZILA U DEPOIMA SA OGRANIČENOM  
DUŽINOM KOLOSEKA PRIMENOM TEORIJE GRAFOVA .....535**

<i>Predrag Jevremović, Jovko Jaćimović</i> <b>ORGANIZACIJA RADA TRANSPORTNO-TEHNOLOŠKIH SISTEMA PREVOZA TERETA U REČNO-POMORSKOM SAOBRAĆAJU .....</b>	<b>539</b>
<i>Nataša Kovač, Sanja Bauk</i> <b>ANFIS METOD PODRŠKE NAVIGACIJI.....</b>	<b>543</b>
<i>Ljubomir Ostojić</i> <b>INTELIGENTNI SISTEMI U PLANIRANJU OPTIMALNIH RUTA VOZILA REDA PREVOZA.....</b>	<b>547</b>
<i>Vukašin P. Masnikosa</i> <b>OPŠTI MODEL UPRAVLJANJA PRIMENJEN NA PROBLEM TRGOVAČKOG PUTNIKA .....</b>	<b>551</b>
<i>Danijela Pjevčević, Zlatko Hrle</i> <b>FAZI PRISTUP VIŠEKRITERIJUMSKOM ODLUČIVANJU PRI IZBORU LOKACIJE RO-RO TERMINALA.....</b>	<b>555</b>
<i>Zoran Radmilović, Branislav Dragović and Vladislav Maraš</i> <b>LUČKA SPONA SIDRIŠTE-BROD-OPERATIVNA OBALA KAO SISTEM MASOVNOG OPSLUŽIVANJA SA PRIORITETIMA .....</b>	<b>559</b>
<i>Gordana Šenborn, Bratislav Lazić, Guberinić Slobodan</i> <b>ODREĐIVANJE POTPUNOG SKUPA SIGNALNIH GRUPA BOJENJEM GRAFA IDENTIČNIH INDIKACIJA.....</b>	<b>563</b>
<i>Ljubiša Vasov, Branimir Stojiljković</i> <b>POKAZATELJI BEZBEDNOSTI VAZDUHOPLOVNIH PROPULZORA.....</b>	<b>567</b>

<b>XVI UPRAVLJANJE RIZIKOM</b>
--------------------------------

<i>Ljiljana Petrović</i> <b>OSIGURANJE CENA OPCIJA .....</b>	<b>573</b>
<i>Trifunović Dejan</i> <b>STRATEGIJE MARKET-MEJKERA ZA UPRAVLJANJE RIZIKOM INSAJDESKOG TRGOVANJA .....</b>	<b>576</b>
<i>Bahrija Umihanić, Admir Nuković</i> <b>MODEL UPRAVLJANJA RIZIKOM U MALIM PREDUZEĆIMA.....</b>	<b>580</b>

## **XVII VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA**

*Predrag Mimović, Milena Jakšić*

**PREDVIĐANJE KRETANJA VREDNOSTI AKCIJA ANALITIČKIM  
HIJERARHIJSKIM PROCESOM .....587**

*Serafim Opricović*

**RAZREŠAVANJE KONFLIKTA: KOMPROMIS  
METODOM VIKOR.....591**

*Dubravka M. Pavličić*

**THE EFFECTS OF FRAMING OF ATTRIBUTES ON THE  
RESULTS OF MULTI-ATTRIBUTE DECISION  
MAKING METHODS.....595**

*Danijela Tadić, Branko Tadić*

**FAZI VIŠEKRITERIJUMSKI PRISTUP U IZBORU NAJBOLJE  
LOKACIJE ZA LINIJU MONTAŽE .....599**

*Jasmina Vesić, Miroslav Radojičić*

**PROGRAMSKA PODRŠKA VIŠEKRITERIJUMSKOM  
ODLUČIVANJU PRIMENOM NOVOG TIP  
PREFERENCIJSKIH FUNKCIJA .....603**

## **XVIII VODOPRIVREDA**

*Ljubomir Budinski, Ljubodrag Savić*

**NUMERIČKO MODELIRANJE BRZOTOKA.....609**

*Tina Dašić, Miloš Stanić*

**MODELIRANJE PODZEMNOG TEČENJA U KARSTNOJ SREDINI.....613**

## **XIX VOJNE PRIMENE**

*Đuro Alfirević, Slaviša Ilić, Ivan Tot,*

**AUTOMATIZOVANI SISTEM EVIDENCIJE BROJNOG  
STANJA STUDENATA .....619**

*Marko Andrejić, Srđan Novaković*

**PRILOG UNAPREĐENJU PLANIRANJA POSLOVA PROJEKTNE  
PRIRODE U VOJNIM ORGANIZACIONIM SISTEMIMA .....622**

*Milan Cvetković*

**SISTEM ZA AUTOMATSKO GENERISANJE I  
ODRŽAVANJE REDNE LISTE .....626**

<i>Obrad Čabarkapa</i> <b>FAKTORSKA ANALIZA UTICAJA JEDINIČNE BRZINE SAGOREVANJA BARUTA NA MODEL DVOFAZNOG STRUJANJA U CEVI AUTOMATSKE PUŠKE .....</b>	<b>629</b>
<i>Boban Đorović, Srđan Dimić, Srđan Ljubojević</i> <b>PRIMENA MODIFIKOVANOG MODELA “UŠTEDA” U REŠAVANJU ZADATAKA TRANSPORTNE PODRŠKE VOJSKE .....</b>	<b>633</b>
<i>Dragan Đorđević, Lazar D. Petrović</i> <b>MODEL SISTEMA ZA ELEKTRONSKO IZVIĐANJE RADIO VEZA U VVF/UVF OPSEGU.....</b>	<b>637</b>
<i>Radomir Janković</i> <b>SIMULACIJA AD HOC RAČUNARSKE MREŽE ZA KOMANDNO- INFORMACIONI SISTEM OKLOPNOG BATALJONA.....</b>	<b>641</b>
<i>Verka Jovanović, Đorđe Kadijević, Zoran Srdić</i> <b>KAKO USPEŠNIJE POSLOVATI UZ POMOĆ GIS-A? .....</b>	<b>645</b>
<i>Mitar Kovac</i> <b>ODREĐIVANJE EFIKASNOSTI VOJNOORGANIZACIONIH SISTEMA PRIMENOM GRAFIČKE METODE .....</b>	<b>648</b>
<i>Marjan Milenković, Marko Andrejić</i> <b>KONCEPT SISTEMA ZA PODRŠKU OBUČAVANJA ORGANA LOGISTIČKE PODRŠKE ZA RAD NA PRIPREMI I ORGANIZACIJI BORBENIH DEJSTAVA.....</b>	<b>652</b>
<i>Spasoje Mučibabić,</i> <b>KARAKTERISTIKE I TENDENCIJE PRIMENE METODA OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA U VOJSCI.....</b>	<b>656</b>
<i>Nebojša Nikolić, Spasoje Mučibabić</i> <b>TENDENCIJE RAZVOJA I PRIMENE TEORIJE MASOVNOG OPSLUŽIVANJA .....</b>	<b>660</b>
<i>Srđan Novaković</i> <b>MODEL ZA PLANIRANJE INTENDANTSKE PODRŠKE U BORBENIM DEJSTVIMA.....</b>	<b>664</b>
<i>Slavko Pokorni, Rifat Ramović</i> <b>POUZDANOST I RASPOLOŽIVOST REZERVIRANE MEMORIJSKE KONFIGURACIJE.....</b>	<b>668</b>
<i>Dušan Regodić, Damir Jerković</i> <b>ŽIROSKOPSKA I DINAMIČKA STABILNOST KLASIČNIH OSNOSIMETRIČNIH PROJEKTILA .....</b>	<b>672</b>

<i>Dušan Regodić</i> <b>UTICAJ MAGNUSOVOG MOMENTA NA LET KLASIČNOG PROJEKTILA .....</b>	<b>676</b>
<i>Dragoljub Sekulović, Mirko Borisov, Radoje Banković</i> <b>RAZVOJ GIS U VOJSCI.....</b>	<b>679</b>
<i>Dejan Stojković</i> <b>ISTRAŽIVANJE CILJEVA ORGANIZACIONOG RESTRUKTURIRANJA VOJSKE SRBIJE I CRNE GORE .....</b>	<b>683</b>
<i>Nikola Uzelac, Petar Stanojević, Vasilije Mišković</i> <b>EFEKTI PRIMENE HAZOP ANALIZE U OBLASTI ODRŽAVANJA .....</b>	<b>687</b>

## In Memoriam

### **George Bernard Dantzig** **Operations research professor** **1914-2005**



George Dantzig, a truly legendary figure in the history of operations research, passed away on May 13, 2005, at the age of 90.

George Bernard Dantzig received his bachelor's degree in mathematics and physics from the University of Maryland in 1936. In 1938, he received his master's degree from the University of Michigan and a Ph.D. in mathematics from the University of California-Berkeley in 1946.

In 1947 while working at the Pentagon, Dantzig developed linear programming in order to mechanize the planning process. He was a research mathematician at the RAND Corporation (1952-1960) and chair and professor of the Operations Research Center at UC-Berkeley (1960-1966). In 1966 Dantzig was employed at the Operations Research Department, Stanford, his academic home for nearly 40 years, right up until the time of his death.

Dantzig received the National Medal of Science - the nation's highest science award - in 1975 for his work on linear programming. He received numerous other awards, as well, including the INFORMS John von Neumann Theory Prize for "fundamental theoretical contributions to operations research and management science." His book *"Linear Programming and Extensions"* (1963) remains one of fundamental texts in mathematical programming.

#### **Great "Father of Linear Programming" - "Inventor of Simplex Method"**

"George Dantzig stands as a tall founding pillar of operations research, said Richard C. Larson, President of INFORMS and a Professor at MIT. "He was the first to formulate the general linear programming problem and to investigate its mathematical properties. This led him to invent the Simplex Method and to develop algorithmic refinements that enabled its reduction to practice. These seminal contributions helped to create the field of mathematical optimization as one of the two or three most important domains of operations research. His many other contributions to mathematical modeling and optimization helped to lay the groundwork for many to follow — both in applications and theory. He will be remembered with respect and admiration by all of us."



## OCENA STEPENA OPTEREĆENOSTI EKOSISTEMA PUTEM DISTRIBUCIJE NEKIH TEŠKIH METALA U SUPSTRATIMA

### ESTIMATE LEVEL OF CONTAMINATION OF ECOSYSTEMS BY MEANS OF THE DISTRIBUTION OF SOME HEAVY METALS IN SUBSTRATES

Jordan B. Živanović<sup>1</sup>, Snežana Stavreva-Veselinovska<sup>2</sup>

<sup>1</sup>RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET, Štip, Makedonija

<sup>2</sup>PEDAGOŠKI FAKULTET, Štip, Makedonija

**Apstrakt:** U toku kalendarske 2000 godine izvršena su terenska istraživanja sliva reke Bregalnice. U ovom radu su prikazani rezultati tih istraživanja za četiri merna mesta od kojih jedno je kontrolno merno mesto, Blatec na reci Osojnici. Analiziran je sadržaj nekih teških metala (Pb, Cd, Zn i Mn) u ambijentalnoj vodi (filtrabilni teški metali), sedimentu, biljnom materijalu (paprika, *Capsicum annuum*) i životinjskom materijalu (kost žabe, *Rana ridibunda*). Najveće vrednosti sadržaja teških metala su izmerene na mernim mestima iznad Makedonske Kamenice na Kameničkoj reci i reci Kiselici. To je direktna posledica ispuštanja otpadnih voda iz rudnika Sasa i Zletovo.

**KLJUČNE REČI:** TEŠKI METALI, VODA, SEDIMENT, *CAPSICUM ANNUUM*, *RANA RIDIBUNDA*, ZAGAĐIVANJE.

**Abstract:** During the year 2000 we have researched the terrain around the river basin of the river Bregalnica. This paper contains the results of this research from four measuring points, one of which is the control measuring point Blatec on the river Osojnica. The content of some heavy metals (Pb, Cd, Zn, and Mn) has been analyzed in ambiental water (filterable heavy metals), sediment, plant material (*Capsicum annuum*) and animal material (bone of frog *Rana ridibunda*). The highest contents of heavy metals were measured at the measuring points above Makedonska Kamenica on the rivers Kamenicka and Kiselica. This is a direct consequence of the discharge of waste waters from the mines Sasa and Zletovo.

**KEY WORDS:** HEAVY METALS, WATER, SEDIMENT, *CAPSICUM ANNUUM*, *RANA RIDIBUNDA*, POLLUTION.

## 1. UVOD

Teški metali se nalaze u zemljinoj kori i mogu da se aktiviraju i uključe u cirkulaciju prirodnih procesa. Veliki uticaj na aktiviranje ovih metala ima antropogeni faktor koji doprinosi njihovom prodiranju u životnu sredinu.

Različite biljke, uključujući i povrtarske kulture, pokazuju nejednaku sposobnost za akumuliranje teških metala u svojim organima. Takođe, različite reakcije biljaka u sredinama ugroženim teškim metalima objašnjavaju se postojanjem različitih mehanizama uslovljenih tolerantnošću prema teškim metalima. Jedan od takvih mehanizama je sposobnost biljke za akumulaciju visokih koncentracija elemenata u njenim organima.

Uspešno gajenje nekih povrtarskih kultura u sredinama zagađenim teškim metalima može dovesti do zablude da su takve biljke pogodne za upotrebu, a mogu da sadrže visoke koncentracije toksičnih metala na koje su rezistentni, i mogu da predstavljaju opasan izvor intoksikacije konzumenata.

### 1.1. Istraživano područje

U slivnom području reke Bregalnice, na teritoriji Istočne Makedonije koje je bilo predmet istraživanja, gaje se povrtarske kulture koje ljudi koriste u ishrani. Ove kulture se navodnjavaju vodom iz reke Bregalnice sa njenim pritokama i, imajući u vidu relativno visoke koncentracije teških metala u vodi i zemljištu na istraživanim lokalitetima u okviru istraživanja životne sredine, određivan je i sadržaj teških metala u nekim povrtarskim kulturama koje se gaje na nekim karakterističnijim mernim tačkama, i to: Makedonska Kamenica Ularci Istibanja Blatec, kontrolno merno mesto

## 2. MATERIJALI I METODI RADA

Terenska istraživanja reke Bregalnice i njenih pritoka su izvršena u vremenskom periodu od januara do decembra 2000 godine. Materijal za analizu je uziman jednom mesečno sa 20 mernih mesta, a u ovom radu su

prezentirani podaci za četiri specifična merna mesta. Voda iz reke Bregalnice i njenih pritoka je uzimana sa dubine od 20 - 30 cm ispod površine. Sediment je uziman priobalno sa tri pozicije za svako merno mesto. Intersticijska voda je odstranjena pomoću filter hartije sa poroznošću 0.2  $\mu$ m. Filtrirani sediment za analizu je čuvan u hladnjaku na temperaturi od 4 °C. Materijal biljnog porekla prvo je sušen na temperaturi od 105 °C, 24 časa a posle toga je laboratorijski analiziran. Životinjski materijal je prikupljan i čuvan u živom stanju sve do laboratorijskih analiza, tako da se analiza odnosi na svežu masu.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Dobijeni rezultati od laboratorijskih analiza za sadržaj teških metala pokazuju intenzivnu opterećenost Kameničke reke koja je pritoka reke Bregalnice.

Sadržaj olova, cinka, kadmijuma i mangana u vodi (mg/l)  
Tabela 1

Merno mesto		Pb	Zn	Cd	Mn
M.Kamenica	min	1.64	6.43	0.068	2.77
	max	2.73	8.45	0.083	6.48
	srednja	2.14	8.10	0.076	4.76
Ularci	min	0.04	0.03	0.010	0.07
	max	0.08	0.05	0.014	0.08
	srednja	0.06	0.04	0.013	0.08
Istibanja	min	0.05	0.04	0.007	0.06
	max	0.14	0.08	0.012	0.09
	srednja	0.10	0.06	0.010	0.08
Blatec	min	0.01	0.02	0.001	0.01
	max	0.03	0.04	0.003	0.04
	srednja	0.02	0.03	0.002	0.02

Koncentracija kadmijuma (Cd) u vodi predstavlja najdrastičniji primer negativnog uticaja otpadnih voda iz rudnika za olovo i cink "Zletovo" i "Sasa". Najveće vrednosti su izmerene u regionu Makedonske Kamenice, neposredno ispod rudnika "Sasa".

Sadržaj teških metala olova, cinka i mangana ima trend opadanja od izvora zagađenja (rudnici) nizvodno niz reku Bregalnicu. Najniže vrednosti se odnose na kontrolno merno mesto Blatec koje je locirano na reci Osojnici, daleko od rudnika.

Sadržaj olova, cinka, kadmijuma i mangana u sedimentu (mg/kg)  
Tabela 2

Merno mesto		Pb	Zn	Cd	Mn
M.Kamenica	min	3720	29780	36.00	283
	max	4930	38540	51.00	348
	srednja	4275	33514	41.75	307
Ularci	min	313	814	6.00	6.00
	max	428	921	15.00	15.00
	srednja	410	863	10.25	10.25
Istibanja	min	72	231	1.68	1.68
	max	91	319	3.52	3.52
	srednja	81	263	2.96	2.96
Blatec	min	24	46	0.10	0.10
	max	48	89	0.56	0.56
	srednja	35	69	0.32	0.32

Analiza koncentracija filtrabilnih teških metala najčešće daje samo orijentacionu predstavu za stepen zagađenja ekosistema. Sadržaj teških metala u sedimentu varira idući od izvora zagađivanja nizvodno niz reku Bregalnicu. To može da se objasni nedostatkom sedimenta u gornjem delu Kameničke reke (veliki rečni pad) no nizvodno reka prelazi u mirniji tok i samim tim povećava se količina sedimenta. Opadanje količine teških metala nizvodno niz reku je posledica dva bitna faktora: prvo, veliki deo teških metala je akumuliran u gornjim tokovima reke i drugo, u reci dolazi do povećane količine neorganskog silikata koji ima slabo svojstvo akumuliranja (Zhou & Kot, 1995).

Sadržaj olova, cinka, kadmijuma i mangana u paprici (mg/kg)

Merno mesto		Pb	Zn	Cd	Mn
M.Kamenica	min	61.25	109.57	9.06	121.55
	max	80.13	132.07	13.64	158.31
	srednja	72.95	121.35	11.69	138.51
Ularci	min	16.32	78.56	5.53	112.26
	max	19.49	89.76	6.67	161.10
	srednja	17.49	83.43	6.06	137.25
Istibanja	min	15.23	73.14	3.58	104.02
	max	17.68	84.96	6.12	156.13
	srednja	16.49	78.75	5.08	130.59
Blatec	min	4.05	23.57	0.29	138.27
	max	6.11	30.14	0.54	191.05
	srednja	5.12	27.26	0.40	167.89

Dobijene analize sadržaja teških metala u vodi i sedimentu ipak su nedovoljne za determiniranje opterećenosti ekosistema. Mora da se vodi računa o promenljivom protoku reke i njenih pritoka i postojanju incidentnih ispusta otpadnih voda ili ispusta otpadnih voda sa promenljivim hemijskim sastavom. Za uspostavljanje relevantnog monitoringa rečnog ekosistema potreban je i biološki pristup koji je široko prihvaćen u poslednjih 40 godina.

Sadržaj olova, cinka, kadmijuma i mangana u kostima žabe (mg/kg)  
Tabela 4

Merno mesto		Pb	Zn	Cd
M.Kamenica	min	51.16	78.12	3.35
	max	40.65	103.54	7.10
	srednja	43.21	99.74	5.48
Ularci	min	26.65	65.47	1.26
	max	48.57	98.88	2.85
	srednja	32.13	81.12	1.79
Istibanja	min	19.58	59.87	0.84
	max	35.48	85.54	1.95
	srednja	26.83	76.41	1.02
Blatec	min	7.12	32.22	0.24
	max	10.87	56.64	0.48
	srednja	9.48	41.92	0.31

Od dobijenih rezultata za sadržaj teških metala u paprici (*Capsicum anum*) i žabi (*Rana ridibunda*) može da se zaključiti da su ti podaci indikativni za procese



zagađivanja, odnosno direktno su zavisni od stepena zagađenosti.

#### 4. ZAKLJUČAK

Od dobijenih rezultata istraživanja distribucije teških metala određen je stepen opterećenosti ekosistema teškim metalima. Merno mesto, M. Kamenica na Kameničkoj reci u odnosu na ostala merna mesta je najugroženije po svim ispitivanjima. Za razliku od njega, kontrolno merno mesto, Blatec na reci Osojnici može da se smatra za ekološki čistu životnu sredinu.

#### LITERATURA

[1] *Gracanin. M., Ilijanic. Lj.*, (1977.) Uvod u ekologiju bilja. Zagreb.

[2] *Rule J.H. and Alden R.W.*, (1996) Interaction of Cd And Cu in Anaerobic Esuarine Sediments, I Partitioning in geochemical fractions of sediments, Environ. Toxicol. Chem. Vol. 15, No. 4, 460-465.

[3] *Tack F.M., O.W.J.J. Callewaert & Verloo.*, (1996) Metal Solubility as a Function of Ph in a Contaminated, Dredged Sediment Affected by Oxidation. Environ. Poll. 91 (2): 199-208.

[4] *Thys C., Vanthome P., Schrevens E., De Proft M.*, (1991) Interactions of Cd with Zn, Cu, Mn and Fe for Lettuce (*LACTUCA SATIVA L.*) in Hydroponic Culture, Plant Cell Environ., 14: 713-717.

[5] *Zhou X.D. & Kot S.C.*, (1995) Heavy Metal Ion Adsorption on Sediments of the Weiho and Hanjiang Rivers, China. J. Environ. Hydrology. Vol. 3 No 2. 1-12.

[6] *Snezana Stavreva-Veselinovska.*, (2002) Distribucija na nekoi teški metali vo orizovi i gradinarski kulturi pod vlijanie na navodnuvanje so vodi od slivnoto podračje na rekata Bregalnica, doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologija, Skopje.